

PENGARUH PENGARAH ALIRAN PADA INTAKE MANIFOLD SEPEDA MOTOR TERHADAP EMISI GAS BUANG

Soeadgihardo Siswanto¹ dan Harjono²

ABSTRACT

This research aims to study the influence of turbulator on intake manifold motorcycle to exhaust gas emission. In this research, three types of turbulators were made with various type 2, 3 and 4 blades installed in front and rear side of intake manifold, to get 9 combinations of turbulator pair.

The test was subjected to Suzuki Shogun R 110 FD motorcycle, with the variation at 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 and 4500 rpm. Exhaust gas emission were measured using infrared Gas analyzer (Protech Flux 5000 srl-firenze-Italy).

The result shows that the turbulator can increase the turbulence of stream inside the intake manifold, the fuel and air mixture is more homogen and the combustion in the combustng chamber runs better. All of these, in turn, could decrease the level of CO and increase the CO₂ and HC level in the emitted gas. Turbulator with the best performance is the one using double blades.

Keywords: turbulator, intake manifold motorcycle, exhaust gas emission

PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan gabungan antara asap kotor dan bau yang tidak sedap dan banyak diantaranya merupakan sumbangan dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Emisi ini merupakan pemancaran atau pelepasan gas yang berasal dari pembakaran pada kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi (bensin dan solar) ke lingkungan udara melalui knalpot kendaraan bermotor.

Jenis zat-zat yang dihasilkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor adalah CO (karbonmonoksida) yang tidak berwarna, tidak berbau, merupakan hasil reaksi yang tidak sempurna antara bahan bakar dan O₂ (oksidasi). Penyumbang besar gas ini adalah kendaraan bermotor yang berbahan bakar bensin (Obert, 1973).

Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60 – 70%, sedangkan kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10 – 15%, sisanya berasal dari sumber pembakaran lain misalnya rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan dan lain-lain (Anies, 2004). Pemerintah melalui Bapedal telah mencanangkan Program Langit Biru mulai tahun 1992 yang bertujuan pengendalian pencemaran udara difokuskan pada sumber pencemar dari industri dan kendaraan bermotor, karena keduanya memberikan kontribusi terbesar dalam pencemaran udara. Kedua sumber mempunyai klasifikasi yang berbeda dalam sifat gerakan sumbernya, sehingga dalam pelaksanaan pengendalian

pencemaran udara menggunakan pendekatan yang berbeda pula (Bapedal Jatim).

Pada mesin kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin, pengendalian emisi pada perubahan konsentrasi CO, HC dan Nox dapat dilakukan dengan cara modifikasi desain mesin, perlakuan pada gas buang dan modifikasi bahan bakar (Mathur dan Sharma, 1980). Modifikasi pada desain mesin yang telah dilakukan yaitu dengan pengaturan perbandingan campuran udara dan bahan bakar (*Air Fuel Ratio/AFR*) yang tepat, pengaturan pengapian yang sesuai, dan juga perencanaan ruang bakar yang dapat memacu terjadinya pembakaran yang sempurna. Pada perbandingan kompresi yang terlalu tinggi akan menjadi penyebab timbulnya gas NO_x sehingga dilakukan perencanaan dengan kompresi yang rendah. Hal lain yang dilakukan adalah dengan pemasangan *catalytic converter* seperti yang telah dilakukan oleh Ford Company (Mathur dan Sharma, 1980). Pada alat tersebut terdapat dua elemen separasi, satu buah diperuntukkan pengendalian emisi Nox dan yang lainnya untuk HC/CO. Pemasangan *supercharger* pada sisi masuk *intake manifold* sebagai usaha untuk meningkatkan efisiensi volumetris sehingga diperoleh kepadatan campuran bahan bakar dan udara yang baik. Dengan campuran bahan bakar yang homogen akan didapatkan pembakaran yang sempurna, sehingga dapat menekan emisi gas buang (Obert, 1973).

Menurut Chrysler dkk., (2005) yang melakukan penelitian pada mesin Mitsubishi 2,5 liter V-6 dengan 24 katup, perencanaan bentuk saluran *intake manifold*

¹ Ir. Soeadgihardo Siswanto, MT., dosen Program Diploma Teknik Mesin FT UGM

² Harjono, ST., MT., dosen Program Diploma Teknik Mesin FT UGM

yang membentuk pusaran akan menghasilkan aliran bahan bakar dan udara yang turbulen sehingga emisi gas buang yang rendah. Penelitian tersebut merupakan perkembangan penelitian sebelumnya pada mesin 2.0 DOHC Engine, perencanaan bentuk saluran *intake manifold* yang membentuk pusaran akan menghasilkan aliran bahan bakar dan udara yang turbulen sehingga emisi gas buang rendah (Chrysler dkk., 2001). John dan Mkilaha, (2001) melakukan penelitian pada mesin diesel dengan injeksi udara pada metoda *stochastic*, berhasil menurunkan kadar NOx. Injeksi udara digunakan untuk meningkatkan turbulensi aliran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar.

Untuk membentuk pusaran di dalam saluran *intake manifold* kemungkinan dapat dilakukan dengan cara pemasangan suatu pengarah aliran di dalam saluran tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan pusaran dan turbulensi aliran tersebut, sehingga didapat campuran bahan bakar dan udara yang lebih homogen sehingga didapatkan pembakaran yang sempurna dan pada akhirnya dapat mengurangi emisi gas buang hasil pembakaran.

DASAR TEORI

Secara teoritis proses pembakaran akan terjadi sempurna apabila udara yang tersedia adalah cukup sehingga semua unsur karbon menjadi karbondioksida dan semua unsur hidrogen menjadi air, tapi kenyataannya proses pembakaran berlangsung tidak sempurna yaitu timbul unsur C, H₂, CO, OH pada emisi gas buang yang menyebabkan polusi udara. Wiranto Arismunandar (1988) menunjukkan bahwa pada proses pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar tergantung pada perbandingan udara dan bahan bakar, kepadatan campuran udara dan bahan bakar, jarak antara kedua elektroda dan temperatur campuran. Untuk mendapatkan kepadatan dari campuran dengan membuat aliran campuran bahan bakar dan udara yang turbulen sebelum masuk ke ruang bakar.

Pada aliran laminar partikel-partikel fluida bergerak sepanjang lintasan-lintasan yang halus serta lancar dalam lapisan-lapisan. Dalam aliran laminar, kerja viskositas meredam kecenderungan turbulen. Aliran laminar tidak stabil dalam situasi yang menyangkut gabungan viskositas yang rendah, kecepatan tinggi, atau laluan aliran yang besar, serta berubah menjadi aliran turbulen. Pada aliran turbulen partikel-partikel fluida bergerak dalam lintasan-lintasan yang tidak teratur, dengan mengakibatkan pertukaran momentum dari satu bagian ke bagian lainnya (Streeter dan Wylie, 1985).

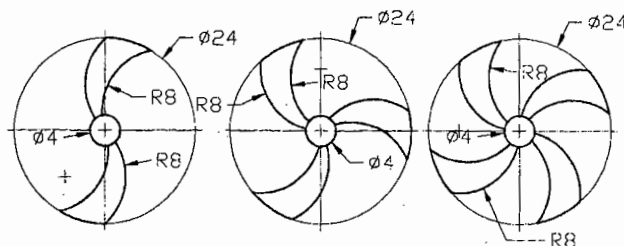
METODOLOGI

Pengarah aliran atau *turbulator* dipasang pada *intake manifold* mesin sepeda motor dengan beberapa bentuk *turbulator*. *Turbulator* dibuat dari plat galvanis setebal 0,2 mm. Bilah *turbulator* dibuat dengan jumlah 2, 3 dan 4 buah. Bilah *turbulator* dimiringkan dengan sudut kemiringan 45°. *Turbulator* ini dipasang pada kedua ujung *intake manifold*. Kombinasi variasi bentuk *turbulator* yang dipergunakan pada setiap pengujian diatur sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi variasi *turbulator*

No. Spesimen	Variasi pasangan <i>turbulator</i>	
	Jumlah bilah di depan	Jumlah bilah di belakang
1	2	2
2	2	3
3	2	4
4	3	2
5	3	3
6	3	4
7	4	2
8	4	3
9	4	4

Bentuk dan ukuran *turbulator* dapat dilihat pada Gambar 1, masing-masing menunjukkan *turbulator* dengan 2, 3 dan 4 bilah.

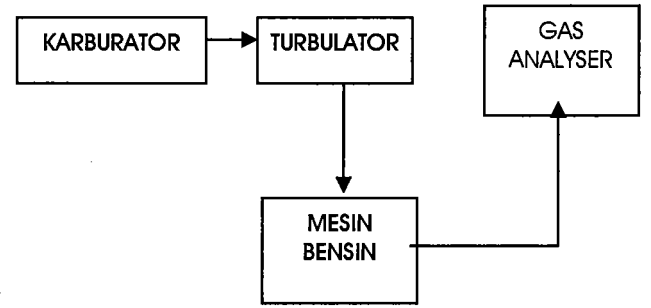


Gambar 1. Profil *turbulator*.

Mesin yang digunakan pada pengujian ini adalah sepeda motor Suzuki Shogun R 110 FD, empat langkah, pendingin udara, SOHC, perbandingan kompresi: 9,3:1, *bore x stroke*: 53,5 mm x 48,8 mm, karburator: MIKUNI VM 17 SH, tunggal. Emisi gas buang diukur dengan *Infrared Gas Analyser* merk Protech Flux 5000 srl – Firenze – Italy, versi: 1.16/ITA S.N. A0023091. Alat ini dapat mengukur kadar CO, CO₂ dan HC dalam gas buang kendaraan bermotor yang berbahan bakar bensin dengan metoda *NDIR infrared*. Bila dipasang *electrochemical transducer* pada panel belakang instrumen akan dapat menunjukkan kadar O₂, NO dan NO₂.

Pada pengujian awal kondisi mesin dalam keadaan standar, *intake manifold* dipasang sesuai petunjuk pabrik pembuat. Mesin dihidupkan beberapa saat untuk pemanasan terlebih dahulu. Setelah kondisi stabil, dilakukan pencatatan data seperti putaran mesin, kebutuhan bahan bakar per menit dan emisi gas buangnya seperti kadar CO, CO₂ dan HC. Pengujian ini dilakukan mulai dari kondisi stasioner yaitu pada putaran 1500 rpm. Putaran mesin kemudian dinaikkan dengan mengatur setelan gas pada karburator. Setiap kenaikan putaran 500 rpm, dilakukan pencatatan data dengan cara yang sama hingga dicapai putaran 4500 rpm. Setelah pengamatan ini selesai dilakukan, kemudian *intake manifold* dilepas. Sepasang *turbulator* dipasang pada ujung *intake manifold*, 1 buah di depan dan 1 buah di belakang *intake manifold*-nya. Setelah itu prosedur pengujian diulangi untuk setiap pasangan jenis *turbulator* yang lainnya.

Susunan alat penelitian ditunjukkan pada Gambar 2



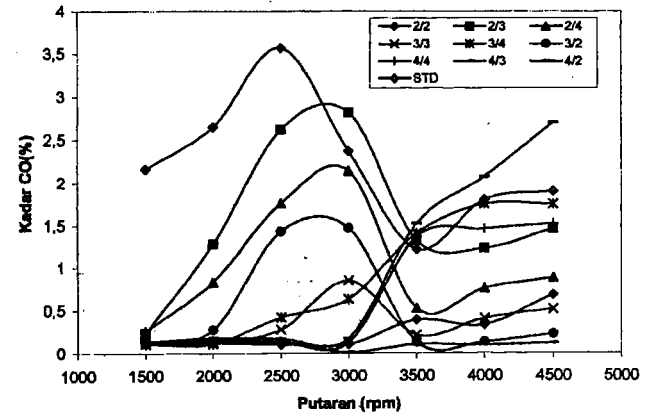
Gambar 2. Sistem pengujian yang dipakai

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

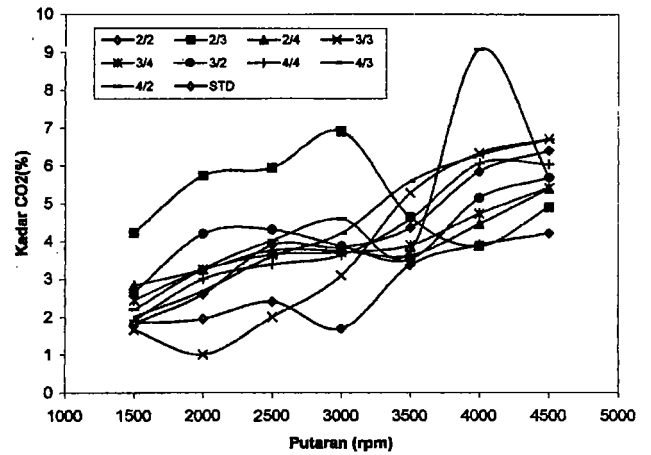
Pada pengujian emisi gas buang, alat pengukur emisi dapat menunjukkan kadar CO, CO₂, COcorr, dan HC yang terkandung di dalam gas buang. Tingginya angka CO menandakan kurangnya udara pembakaran di dalam proses pembakaran atau kurangnya waktu pembakaran di dalam siklus untuk mencapai pembakaran. Suatu mesin dengan pembakaran yang baik akan menghasilkan angka CO < 2,5%. Setiap pembakaran akan menghasilkan gas CO₂, rendahnya angka CO₂ dalam gas buang menunjukkan pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Kadar CO₂ ini merupakan kebalikan dari kadar O₂. Kadar CO₂ seharusnya > 12%. Tingginya kadar HC dalam gas buang menunjukkan kondisi pengapian yang terjadi. Idealnya kadar HC dalam gas buang < 400 ppm.

Menurut Mathur dan Sharma (1980) umumnya pada pembakaran kadar CO yang dihasilkan cukup tinggi pada saat putaran rendah dan akan menurun dengan peningkatan putaran mesin. Gambar 3 menunjukkan kurva hubungan kadar CO dengan

putaran, spesimen 2/2 menunjukkan pasangan *turbulator* dengan 2 bilah di depan dan 2 bilah di belakang *intake manifold*. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada mesin dengan kondisi standar ternyata justru menghasilkan kadar CO yang tertinggi, yaitu lebih besar dari 2,5% pada putaran rendah. Kondisi ini menggambarkan bahwa pembakaran yang terjadi pada ruang bakar mengalami kekurangan udara. Hal ini dapat disebabkan kecepatan aliran yang rendah atau kurang lancarnya aliran udara pembakaran. Pemasangan *turbulator* pada *intake manifold* ternyata dapat mengurangi kadar CO dalam gas buang. Pemasangan *turbulator* pada pasangan spesimen 2/3, spesimen 2/4 dan spesimen 3/2 pada putaran sedang antara 2000 sampai 3000 rpm kadar CO masih tinggi namun lebih rendah dibanding kondisi standar. Pemasangan *turbulator* pada pasangan spesimen 2/2, spesimen 3/3 dan spesimen 4/3 dapat memberikan turbulensi aliran yang cukup sehingga dapat menghasilkan campuran udara yang lebih baik. Hal ini dibuktikan dengan penurunan kadar gas CO yang dihasilkan di dalam gas buangnya baik pada putaran rendah maupun putaran tinggi.

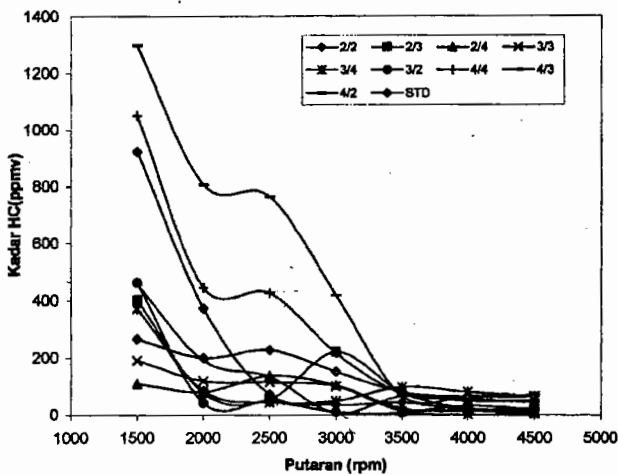


Gambar 3. Kurva hubungan antara kadar gas CO dengan putaran mesin

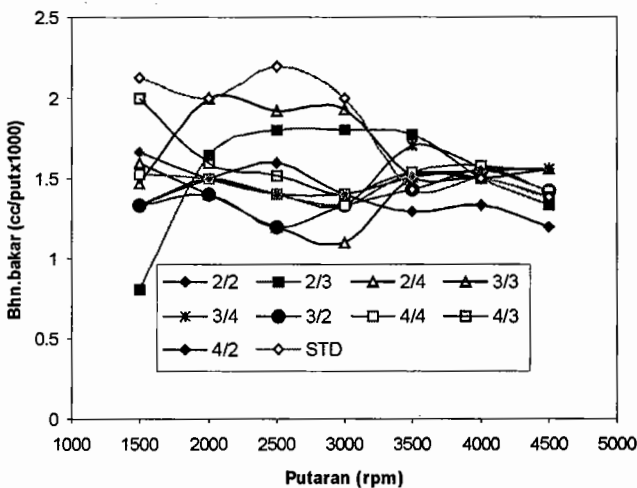


Gambar 4. Kurva hubungan antara kadar gas CO₂ dengan putaran mesin

Pada kurva hubungan kadar CO_2 dengan putaran seperti ditunjukkan pada Gambar 4, dapat dipakai untuk mendeteksi pembakaran di ruang bakar. Rendahnya kadar CO_2 menunjukkan bahwa pembakaran tidak berlangsung sempurna. Hampir semua spesimen pengujian menunjukkan bahwa kadar CO_2 akan meningkat sebanding dengan kenaikan putaran mesin. Pemasangan *turbulator* dengan spesimen 2/2, spesimen 3/3 dan spesimen 4/3 pada putaran rendah menghasilkan kadar CO_2 lebih tinggi dibandingkan kondisi standar. Hal ini membuktikan bahwa dengan pemasangan *turbulator* dapat meningkatkan kualitas campuran bahan bakar – udara lebih homogen sehingga pembakaran berlangsung lebih sempurna (Obert, 1973).



Gambar 5. Kurva hubungan antara kadar gas HC dengan putaran mesin



Gambar 6. Kurva hubungan antara kebutuhan bahan bakar dengan putaran mesin

Kadar HC yang dihasilkan pada putaran rendah sangat tinggi, kadar ini menurun sesuai dengan kenaikan putarannya (lihat Gambar 5). Pada putaran rendah, karena tidak terjadi pembakaran sempurna sehingga tidak seluruh unsur hidrokarbon yang terbakar, ada sebagian ikut keluar bersama gas buang.

Pada Gambar 6 menunjukkan kurva hubungan kebutuhan bahan bakar setiap putaran mesin dengan putaran. Kebutuhan bahan bakar setiap putaran mesin pada umumnya cenderung hampir tetap. Peningkatan putaran mesin tidak menyebabkan penambahan kebutuhan bahan bakar setiap putaran. Pada kondisi standar kebutuhan bahan bakar lebih tinggi terutama pada putaran rendah, konsumsi bahan bakar menurun pada putaran tinggi. Pemasangan *turbulator* dapat mengurangi kebutuhan bahan bakar. Kebutuhan bahan bakar setiap putaran yang paling rendah pada spesimen dengan 2/2 bilah.

Hubungan antara emisi gas buang dan kebutuhan bahan bakar dapat dinyatakan bahwa pada putaran rendah, kecepatan aliran juga rendah, sehingga campuran udara-bahan bakar kurang homogen yang mengakibatkan kurang sempurnanya pembakaran di dalam ruang bakar. Sebaliknya pada putaran tinggi, meskipun waktu yang tersedia cukup pendek, namun aliran meningkat dan kemungkinan terjadi turbulensi di dalam aliran sehingga campuran udara-bahan bakar menjadi lebih homogen yang mengakibatkan pembakaran di dalam ruang bakar lebih sempurna.

Semakin banyak jumlah bilah pada *turbulator* ternyata tidak memperbaiki aliran campuran bahan bakar – udara, namun justru menghambat aliran karena permukaan yang bersinggungan dengan aliran semakin besar sehingga kecepatan berkurang. Penggunaan *turbulator* dengan 2 bilah akan membentuk pusaran sehingga aliran menjadi turbulen yang mengakibatkan mudahnya pembakaran yang terjadi. Hal ini sesuai dengan penelitian Chrysler dkk., (2005) yang memberikan pusaran pada perencanaan bentuk saluran *intake manifold*.

KESIMPULAN

Dari data hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa: *turbulator* dengan 2 bilah menghasilkan pusaran aliran yang lebih baik, yang ditunjukkan dengan penurunan kebutuhan bahan bakar dan kadar CO dalam gas buang dibandingkan dengan bentuk bilah lebih banyak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Fakultas Teknik UGM yang telah memberikan dana sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Anies, 2004, *Solusi Polusi Udara Kota*, Kompas, <http://www.kompas.com/kompascetak/0407/31/opini/1179050.htm>
- Arismunandar Wiranto., 1988, *Penggerak Mula : Motor Bakar Torak*, edisi keempat, Bandung.
- Bapedal Jatim Online, --- , *Langit Biru*, <http://www.bapedal-jatim.go.id/menuisi/jelajah/langit.htm>
- Chrysler, Dodge, Plymouth, 2001, The 2.0 DOHC Engine and Avenger/Sebring Transmissions, <http://www.allpar.com/mopar/2DOHC.html> – 34k
- Chrysler, Dodge, Plymouth, 2005, The Mitsubishi 2.5 Liter V-6 Engine, <http://www.allpar.com/mopar/25v6.html>
- John G.R. and Mkilaha I.S.N. Journal *Analysis of NOx, Reduction in Diesel Engines by Air Injection Using Stochastic Modelling*, AJST, Vol.1, No.4: January, 2001
- Mathur M.L. and Sharma R.P. 1980, *A course In Internal Combustion Engines*, Dhanpat Rai and Sons, Delhi
- Obert, O. F., 1973, *Internal Combustion Engines and Air Pollution*, Harper & Row Publishers, Inc., New York
- Streeter, V. L. dan Wylie, E. B., 1985, *Fluid Mechanics*, 8th edition, Mc Graw Hill Inc., New York